



شبکه های مخابراتی

سید حمید صفوی

دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه محقق اردبیلی

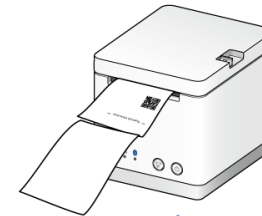
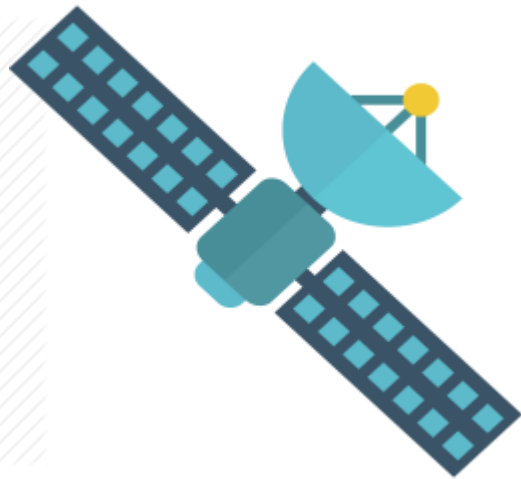
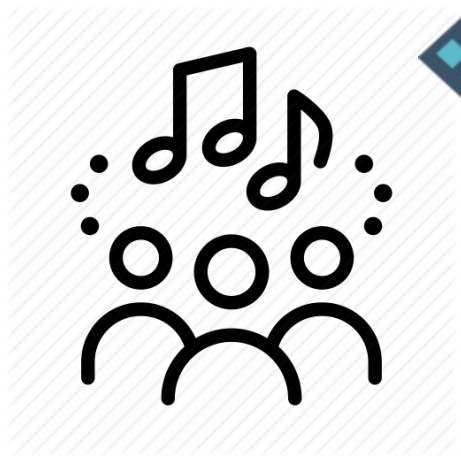
نیمسال دوم ۹۸-۹۹

موارد استفاده شبکه



برای طراحی یک شبکه خوب، در ابتدا باید بدانیم که کجا استفاده می‌شود.





مثال‌هایی از کاربردهای شبکه

- در محل کار

- ارسال ایمیل، اشتراک گذاری فایل، پرینت و ...

- در خانه

- فیلم و آهنگ، اخبار، تماس تلفنی، ویدئو و پیام رسانی، تجارت الکترونیکی (e-commerce)

- در موبایل

- تماس و پیام متنی، بازی‌ها، ویدئوها، نقشه‌ها، دسترسی به اطلاعات و ...



مثال‌هایی از استفاده شبکه

• کار

• ایمیل، اشتراک گذاری فایل، پرینت و ...

• خانه

با توجه به این کاربردها، علت

ایجاد شبکه‌ها چیست؟

بجارت الکترونیکی (e-commerce)

• فیلم و آهنگ، اخبار،

• موبایل

• تماس و پیام، بازی‌ها، ویدئوها، نقشه‌ها، دسترسی به اطلاعات



برای ارتباطات کاربران (User Communication)

- از تلفن به بعد:

- تماس‌های تلفنی روی بستر شبکه IP، VoIP (voice-over-IP)

- ویدئوکنفرانس Video conferencing

- پیام‌رسانی بلادرنگ Instant messaging

- شبکه‌های اجتماعی Social networking

➤ بنابراین شبکه ارتباطات از راه دور را فراهم می‌کند. حال چه متریکی برای بهینه‌سازی این استفاده‌ها نیاز داریم؟ تاخیر کم باعث ارتباط بهتر خواهد شد.



برای به اشتراک‌گذاری منابع (Resource Sharing)

- بسیاری از کاربران ممکن است بخواهند به منبع یکسانی دسترسی پیدا کنند.
- برای مثال: پرینتر، فهرست جستجو (search index)، ماشین‌ها در فضای ابری machines in the cloud
- اشتراک‌گذاری منابع از نظر هزینه خیلی به صرفه‌تر از اختصاص منبع اختصاصی برای هر کاربر است.
- حتی زمانی که لینک‌ها با روش تسهیم آماری (statistical multiplexing) به اشتراک گذاشته شده‌باشند.

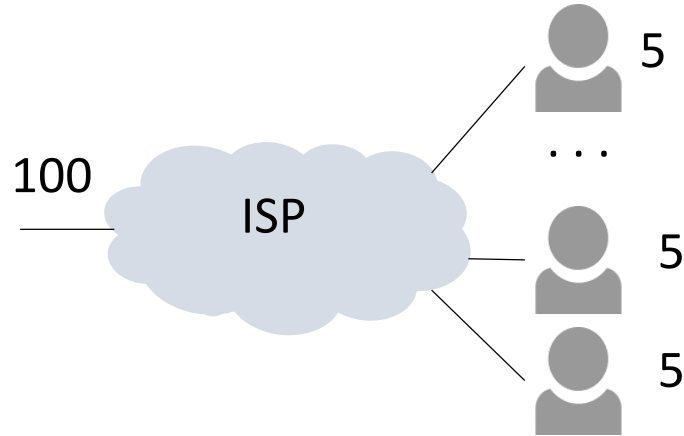


تسهیم آماری (Statistical Multiplexing)

- به اشتراک‌گذاری پهنای باند شبکه بین کاربران بر اساس آمار تقاضای آن‌ها
- تسهیم (Multiplexing) فقط به معنای به اشتراک‌گذاری (sharing)
- روش یاد شده مفید است زیرا ترافیک کاربران به صورت انفجاری (bursty) بوده و در اکثر مواقع استفاده‌ای نمی‌کنند.
- سوال کلیدی:
- این روش چقدر می‌تواند مفید باشد؟



تسهیم آماری (Statistical Multiplexing) (۲)



• مثال: کاربران در یک شبکه ISP

- شبکه شامل پهنای باند ۱۰۰ مگا بیت بر ثانیه (Mbps) است.

- هر کاربر برای مشاهده ویدئوها از ۵ مگا بیت بر ثانیه استفاده می کند.

- اما هر کاربر فقط ۵۰ درصد زمانها فعال است.

• شبکه ISP یادشده، چه تعداد کاربر را می تواند پوشش دهد؟

$$\frac{100}{5} = 20$$

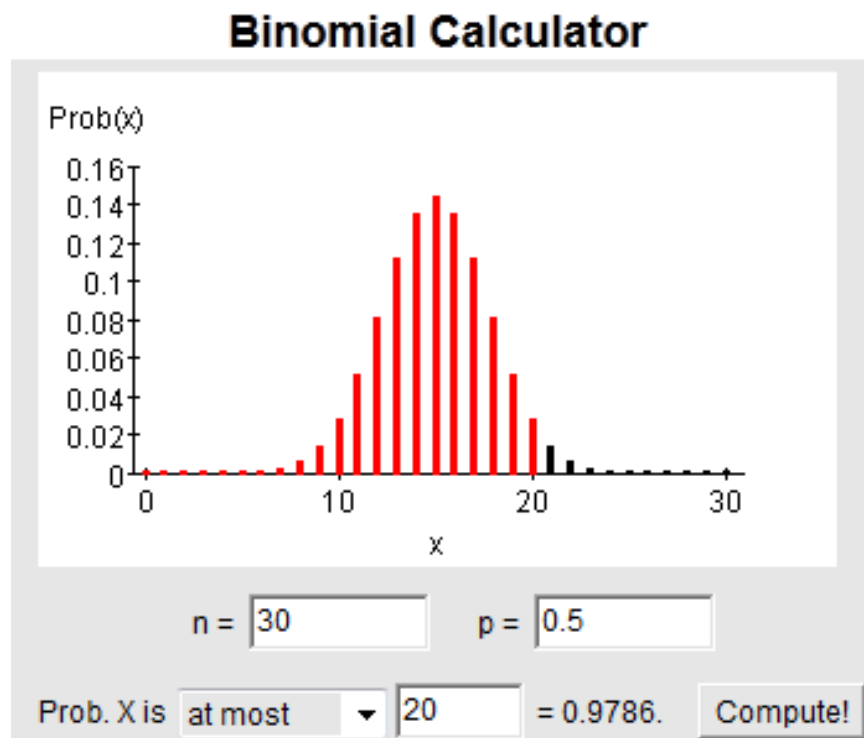
- با پهنای باند اختصاصی برای هر کاربر:

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \dots \times \frac{1}{2} = \left(\frac{1}{2}\right)^{20} < \frac{1}{1000000}$$

- احتمال استفاده از تمام پهنای باند:

(با در نظر گرفتن کاربران مستقل)

تسهیم آماری (Statistical Multiplexing) (۳)



- با وجود ۳۰ کاربر، هنوز احتمال خیلی کمی وجود دارد که به پهنای باند بیش از ۱۰۰ مگابیت بر ثانیه نیاز باشد (احتمال ۲ درصد)
- احتمالات دو جمله ای (Binomial Probabilities)
- می‌تواند کاربران بیشتری را با سایز شبکه یکسان پوشش دهد.
- گین تسهیم آماری ۳۰/۲۰ و یا $1.5X$ است
- اما ممکن است بدشانس باشیم؛ در این صورت، کاربران سرویس با کیفیت کاهش یافته‌ای خواهند داشت.

تسهیم آماری (Statistical Multiplexing) (۴)

توزیع دوجمله‌ای:

- یک آزمایش دوجمله‌ای بایستی دارای ویژگی‌های زیر باشد:
- آزمایش دارای تعداد n آزمون یکسان و عیناً مشابه باشد.
- آزمون‌ها مستقل باشند.
- نتیجه هر آزمون فقط به یکی از این دو صورت باشد: موفقیت یا شکست.
- احتمال موفقیت آزمونی را اگر با p نشان دهیم، از آزمون به آزمون یکسان بوده و متغیر نباشد. احتمال شکست را با q نشان داده و برابر است با $q=1-p$

تابع جرم احتمال:

$$\Pr(X = k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$



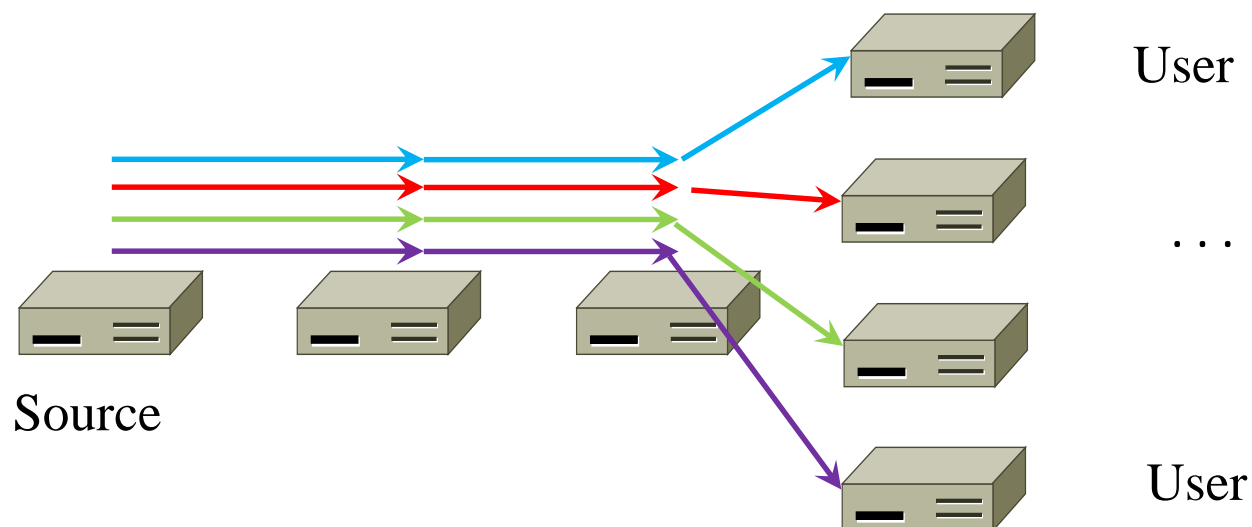
برای تحویل محتوا (Content Delivery)

- برخی از محتواها به کاربران زیادی تحویل داده می‌شوند.
- ویدئوها (حجیم)، آهنگ‌ها، برنامه‌ها، ارتقاء نرم افزارها، صفحات وب و ...
- معیار سنجشی (متریک) که ما می‌خواهیم در چنین مواردی بهینه‌سازی کنیم چیست؟
- به صرفه‌تر از ارسال کپی جداگانه به هر یک از کاربران است.
✓ استفاده از کپی تکرار در شبکه



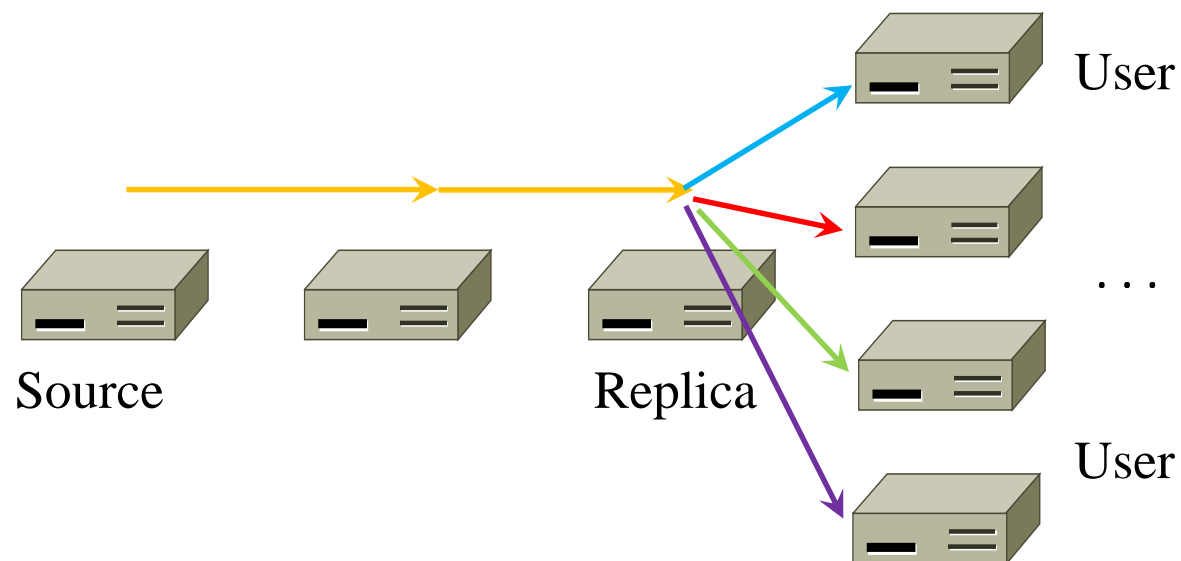
برای تحویل محتوا (Content Delivery) (۲)

- در مثال زیر، ارسال محتوا از یک منبع به ۴ کاربر، نیاز به $۳ \times ۴ = ۱۲$ پرش شبکه (network hops) دارد.



برای تحویل محتوا (Content Delivery) (۳)

- اما ارسال محتوا با استفاده از کپی تکرارها، تنها $۴+۲ = ۶$ پرش شبکه نیاز دارد.



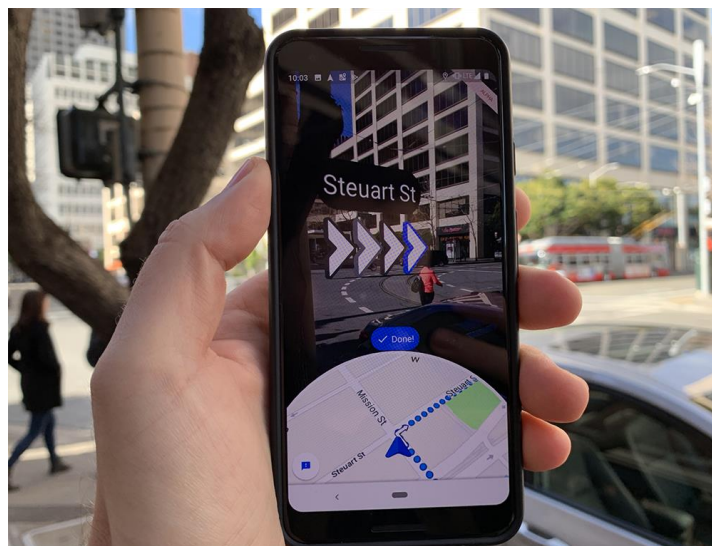
برای ارتباطات کامپیوتری

- برقراری ارتباط با کامپیوترهای دیگر
- برای مثال: تجارت الکترونیکی (e-commerce) و رزرواسیون (reservations)
- فراهم کردن قابلیت پردازش خودکار اطلاعات در میان بخش‌های (parties) مختلف

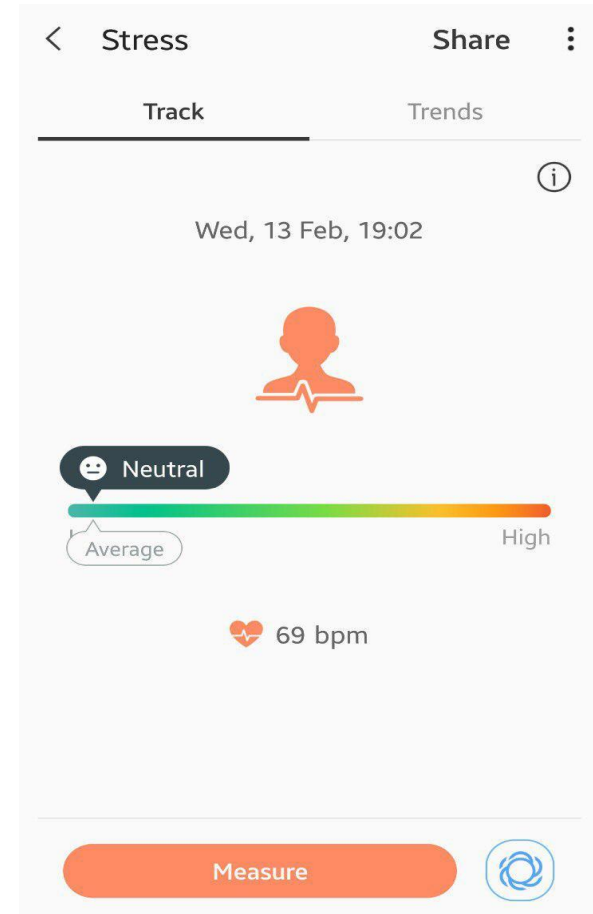
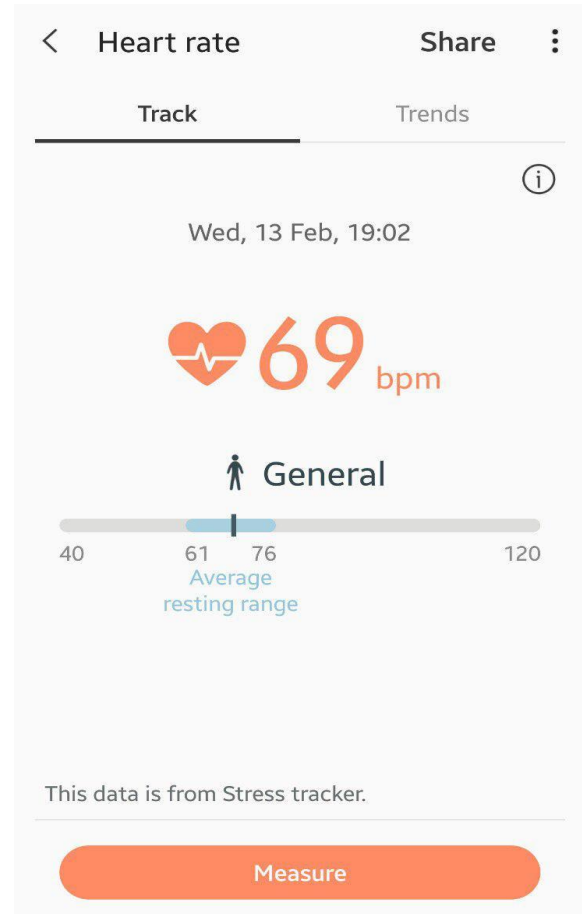


برای اتصال کامپیوترها به جهان فیزیکی

- برای جمع‌آوری داده **سنسورها** و برای اثرگذاری در جهان
- برای مثال: وب‌کم‌ها، موقعیت بر روی موبایل‌ها، قفل و یا باز کردن درب‌ها از طریق شبکه و ...
- این یک کاربرد ارزشمند و نوظهور است.



مانیتور سلامتی و به اشتراک گذاری داده‌های ذخیره‌شده از طریق شبکه



جمع‌بندی علت ایجاد شبکه‌ها

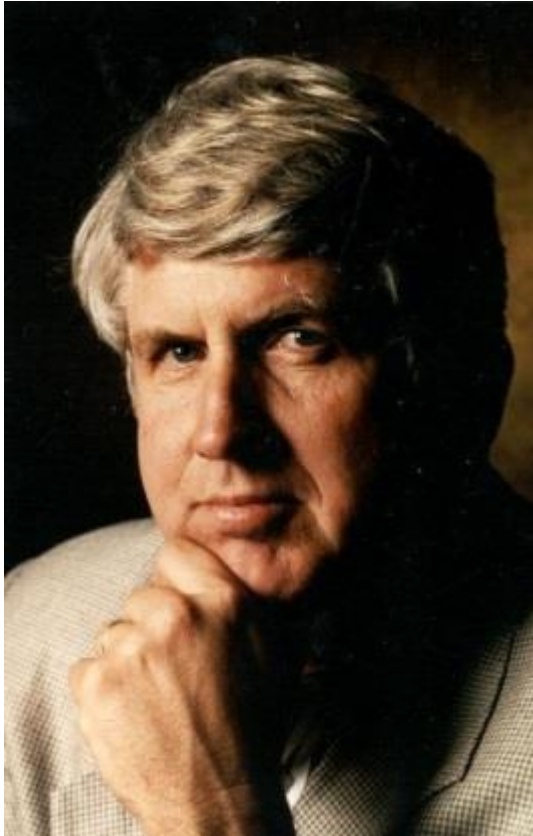
اتصال (Connectivity)

- برای ارتباطات کاربران
- برای به اشتراک‌گذاری منابع
- برای تسهیم آماری
- برای تحویل محتوا
- برای ارتباطات کامپیوتری
- برای اتصال کامپیوترها به جهان فیزیکی



ارزش اتصال (Connectivity) یک شبکه

Bob Metcalfe



• قانون Metcalfe سال ۱۹۸۰

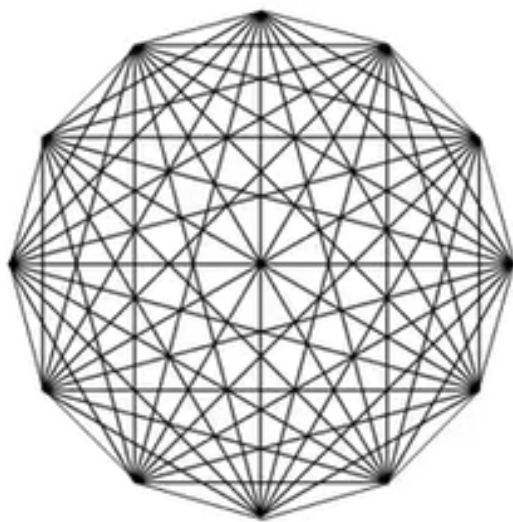
- ✓ ارزش اتصال یک شبکه با N گره، متناسب است با N^2
- ✓ شبکه‌های بزرگ به طور نسبی با ارزش‌تر (گران‌تر) از شبکه‌های کوچک می‌باشند.

© 2009 IEEE



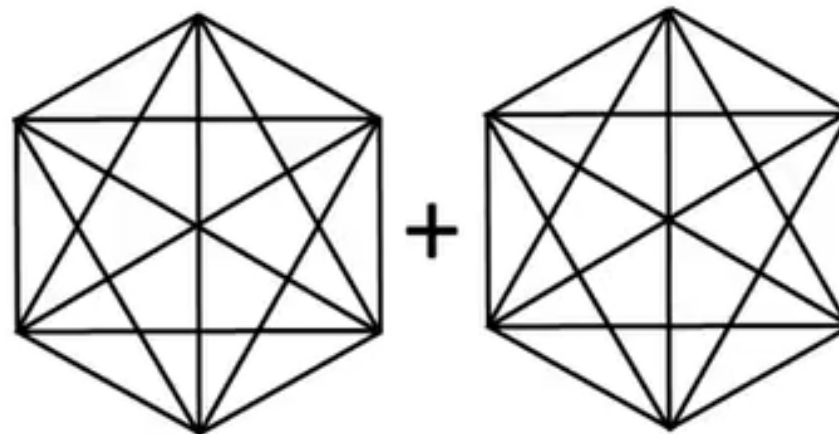
ارزش اتصال (Connectivity) یک شبکه (۲)

- مثال: هر دو شبکه زیر شامل ۱۲ گره هستند، اما شبکه سمت چپ دارای اتصالات بیشتری است.



Full Mesh: $12 \times 11 = 132$ connections

VS



$(6 \times 5 = 30) + (6 \times 5 = 30) = 60$ connections